

# MH*Salud*

Revista en Ciencias del Movimiento Humano y Salud

Doi: <https://doi.org/10.15359/mhs.22-1.19391>

## Efecto de la manipulación de las variables que configuran el estímulo del entrenamiento de fuerza sobre los síntomas motores en personas con enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática

Effect of manipulating the variables that shape the strength training stimulus on motor symptoms in people with Parkinson's disease: a systematic review

Efeito da manipulação das variáveis que moldam o estímulo do treinamento de força sobre os sintomas motores em pessoas com doença de Parkinson: uma revisão sistemática

**Oscar Andrés Andrades-Ramírez<sup>1, 2</sup>, David Leonardo Ulloa-Díaz<sup>3</sup>, Amador García-Ramos<sup>3, 4</sup>, Darío Martínez-García<sup>4</sup>, Gustavo Alejandro Muñoz-Bustos<sup>5</sup> & Luis Javier Chiroso-Ríos<sup>4</sup>**

Recibido: 16-11-2023 - Aceptado: 6-12-2024

- 1 Universidad de las Américas, Facultad de Salud y Ciencias Sociales, Instituto del Deporte, Licenciatura en Ciencias de la Actividad Física, Concepción, Chile. [oandrades@udla.cl](mailto:oandrades@udla.cl).  <https://orcid.org/0000-0002-5727-9159>.
- 2 Universidad Andres Bello, Facultad de Educación y Ciencias Sociales, Entrenador deportivo, Concepción Chile. [o.andradesramirez@uandresbello.edu](mailto:o.andradesramirez@uandresbello.edu).  <https://orcid.org/0000-0002-5727-9159>.
- 3 Universidad Católica de la Santísima Concepción, Department of Sports Sciences and Physical Conditioning, Concepción, Chile. [dulloa@ucsc.cl](mailto:dulloa@ucsc.cl).  <https://orcid.org/0000-0003-1288-1397>.
- 4 University of Granada, Faculty of Sport Sciences, Department of Physical Education and Sport, Granada, Spain. [amagr@ugr.es](mailto:amagr@ugr.es).  <https://orcid.org/0000-0003-0608-8755>.
- 5 Universidad Santo Tomás, Facultad de Salud, Escuela de Nutrición y Dietética, Iquique Chile; [gmunoz43@santotomas.cl](mailto:gmunoz43@santotomas.cl)  <https://orcid.org/0000-0002-5351-3016>.



## Efecto de la manipulación de las variables que configuran el estímulo del entrenamiento de fuerza sobre los síntomas motores en personas con enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática

Oscar Andrés Andrades-Ramírez, David Leonardo Ulloa-Díaz, Amador García-Ramos, Darío Martínez-García, Gustavo Alejandro Muñoz-Bustos & Luis Javier Chiroso-Piós

### RESUMEN

**Introducción:** La enfermedad de Parkinson (EP) es una enfermedad neurodegenerativa multisistémica que afecta al sistema nervioso central. Las personas con enfermedad de Parkinson (PEP) tienen síntomas tanto motores como no motores. El ejercicio físico es una de las intervenciones no farmacológicas más prometedoras para complementar el tratamiento médico en la PEP. **Objetivo:** Realizar una revisión sistemática para analizar el efecto del entrenamiento de fuerza (EF) muscular sobre los síntomas motores y describir cómo se manipularon las variables que configuran el EF en estudios realizados con PEP. **Métodos:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura de acuerdo con las pautas del Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas. Los estudios se identificaron mediante búsquedas en cuatro bases de datos electrónicas: Web of Science, Scopus, PubMed y EBSCOhost. La calidad metodológica de los artículos seleccionados se evaluó mediante la lista de verificación de la escala PEDro. Los estudios incluidos obtuvieron una puntuación  $\geq 6$ . La investigación fue registrada en Revisiones Sistemáticas (INPLASY). Número de registro: INPLASY2022110079.

**Resultados:** La búsqueda preliminar arrojó 2830 estudios. Se consideraron veinte artículos, después de revisar el resumen y el texto completo. Siete estudios fueron rechazados por no registrar algunas de las variables de entrenamiento de fuerza requeridas y tres fueron rechazados por utilizar entrenamiento suplementario al entrenamiento de fuerza. Un total de diez estudios cumplieron los criterios de inclusión. Los programas de entrenamiento de fuerza se implementaron 2 - 3 veces por semana, con intensidades entre 30 % - 90 % 1RM, un volumen de entrenamiento de 1 - 3 series y 4 - 20 repeticiones, sesiones de entre 35 - 90 minutos con mejoras significativas en el temblor en reposo, medidas de la marcha, bradicinesia y equilibrio. **Conclusiones:** Independientemente de cómo se configuró el estímulo del EF, existen mejoras significativas de los síntomas motores en la PEP. Estos resultados promueven la implementación del entrenamiento de fuerza en PEP, pero, debido al bajo número de estudios (10) y la alta variabilidad en la manipulación de las variables que configuran el estímulo del entrenamiento de fuerza, es difícil saber cuál es la prescripción óptima para mejorar los síntomas motores de la PEP.

**Palabras clave:** Enfermedad del sistema nervioso; entrenamiento de fuerza; rehabilitación; trastornos de la destreza motora

### ABSTRACT

**Introduction:** Parkinson's disease (PD) is a multisystem neurodegenerative disease that affects the central nervous system. People with Parkinson's disease (PPD) have both motor and non-motor symptoms. Physical exercise is one of the most promising non-pharmacological interventions to complement medical treatment in PEP. **Objective:** A systematic review of the literature was to analyze the effect of muscular strength training (ST) on motor symptoms and describe how the variables that shape EF were manipulated in studies conducted with PEP. **Methods:** A systematic review of the literature was conducted according to the guidelines of the Cochrane Handbook for Systematic Reviews. Studies were identified by searching four electronic databases: Web of Science, Scopus, PubMed, and EBSCOhost. The methodological quality of the selected articles was evaluated using the PEDro scale checklist. The included studies obtained a score  $\geq 6$ . **Results:** The

### RESUMO

**Introdução:** A doença de Parkinson (DP) é uma doença neurodegenerativa multissistêmica que afeta o sistema nervoso central. Pessoas com doença de Parkinson (PDP) apresentam sintomas motores e não motores. O exercício físico é uma das intervenções não farmacológicas mais promissoras para complementar o tratamento médico na PDP. **Objetivo:** Foi efectuada uma revisão sistemática para analisar o efeito do treinamento de força muscular (EF) nos sintomas motores e descrever como as variáveis que moldam a FE foram manipuladas em estudos realizados com PDP. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática da literatura de acordo com as diretrizes do Cochrane Handbook for Systematic Reviews. Os estudos foram identificados por meio de pesquisa em quatro bases de dados eletrônicas: Web of Science, Scopus, PubMed e EBSCOhost. A qualidade metodológica dos artigos selecionados foi avaliada por meio do checklist da escala PEDro. Os estudos incluídos obtiveram pontuação  $\geq 6$ .

## Efecto de la manipulación de las variables que configuran el estímulo del entrenamiento de fuerza sobre los síntomas motores en personas con enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática

Oscar Andrés Andrades-Ramírez, David Leonardo Ulloa-Díaz, Amador García-Ramos, Darío Martínez-García, Gustavo Alejandro Muñoz-Bustos & Luis Javier Chiroso-Ríos

preliminary search yielded 2830 studies. Twenty articles were considered after reviewing the abstract and full text. Seven studies were rejected for not recording some of the required strength training variables and three were rejected for using supplementary training to strength training. A total of ten studies met the inclusion criteria. ST programs were implemented 2 - 3 times per week with intensities between 30 % - 90 % 1RM, a training volume of 1 - 3 sets and 4 - 20 repetitions, sessions between 35 - 90 minutes with significant improvements in resting tremor, gait measures, bradykinesia and balance. **Conclusions:** Regardless of how the ST stimulus was configured, there are significant improvements in motor symptoms in PEP. These results promote the implementation of strength training in PEP, but due to the low number of studies (10) and the high variability in the manipulation of the variables that configure the strength training stimulus, they prevent us from knowing which the optimal prescription is to improve the motor symptoms of PEP.

**Keywords:** Motor skill disorders; nervous system disease; rehabilitation; strength training

**Resultados:** A busca preliminar rendeu 2830 estudos. Foram considerados vinte artigos após revisão do resumo e do texto completo. Sete estudos foram rejeitados por não registrarem algumas variáveis exigidas do treinamento de força e três foram rejeitados por utilizarem treinamento complementar ao treinamento de força. Um total de dez estudos preencheram os critérios de inclusão. Programas de treinamento de força foram implementados 2 a 3 vezes por semana com intensidades entre 30 % - 90 % 1RM, volume de treinamento de 1 a 3 séries e 4 a 20 repetições, sessões entre 35 a 90 minutos com melhorias significativas no tremor de repouso, medidas de marcha, bradicinesia e equilíbrio. **Conclusões:** Independentemente de como o estímulo FE foi configurado, há melhorias significativas nos sintomas motores na FEP. Esses resultados promovem a implementação do treinamento de força no PEP, mas devido ao baixo número de estudos (10) e à alta variabilidade na manipulação das variáveis que configuram o estímulo do treinamento de força, nos impedem de saber qual a prescrição ideal para melhorar os sintomas motores da PEP.

**Palavras-chave:** Doença do sistema nervoso; distúrbios das habilidades motoras; reabilitação; treinamento de força

## INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Parkinson (EP) es una enfermedad neurodegenerativa multisistémica que afecta al sistema nervioso central y es causada por una pérdida de neuronas dopaminérgicas en la parte compacta de la sustancia negra (Shaikh *et al.*, 2015) de los ganglios basales del mesencéfalo (Moraes *et al.*, 2018). Las personas con enfermedad de Parkinson (PEP) presentan síntomas clínicos no motores (Stuckenschneider *et al.*, 2019) (estreñimiento, trastornos del olfato, movimientos oculares rápidos, trastornos del comportamiento del sueño, trastornos genitourinarios) y síntomas motores (Chung *et al.*, 2016). Los síntomas motores clásicos son temblor en reposo (Kadkhodaie *et al.*, 2020), rigidez articular (Teshuva *et al.*, 2019), bradicinesia (David *et al.*, 2016), disminución del equilibrio, alteraciones de la marcha (velocidad, temporalidad, espacialidad, soporte y congelación) (Li *et al.*, 2020a; Rafferty *et al.*, 2017) y menor rendimiento funcional (Mu *et al.*, 2017), los cuales influyen en el deterioro de la calidad de vida (Gomez-Lopez *et al.*, 2023). Uno de los tratamientos no farmacológicos alternativos más prometedores para complementar la terapia médica es el ejercicio físico (Cherup *et al.*, 2019; Kadkhodaie *et al.*, 2020; Rafferty *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017; Strand *et al.*, 2021). El ejercicio físico tiene efectos positivos sobre la salud general, la calidad de

vida, la función física y los factores neuroprotectores en la enfermedad de Parkinson (Martignon *et al.*, 2021).

Se recomienda incluir programas de entrenamiento de fuerza (EF) en PEP como estrategia de intervención terapéutica (Martignon *et al.*, 2021) que promueva la salud general (Gamborg *et al.*, 2022), la calidad de vida (Li *et al.*, 2020), disminución de la ansiedad y del riesgo de depresión (de Lima *et al.*, 2019). Se ha informado que el EF disminuye el temblor en reposo (Kadkhodaie *et al.*, 2020) y la bradicinesia (David *et al.*, 2016) y mejora el equilibrio (Chen *et al.*, 2021; Cherup *et al.*, 2019; Ni *et al.*, 2016; Strand *et al.*, 2021) y velocidad de la marcha (Démonceau *et al.*, 2017; Prodoehl *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2017). Las adaptaciones que genera un programa de EF dependen, en gran medida, de la prescripción de las variables que configuran el estímulo del EF, como son la duración del programa de intervención, la frecuencia semanal del entrenamiento, la intensidad (carga desplazada generalmente expresada en relación con el valor de la fuerza máxima del sujeto), volumen (número de series y repeticiones), duración de las sesiones de entrenamiento y ejercicios realizados.

La prescripción y organización de estas variables induce efectos en el entrenamiento de fuerza sobre las adaptaciones neuromusculares y morfológicas, que se han informado para la población general (Lacio *et al.*, 2021; Ratamess *et al.*, 2009), varios grupos de edad (Bull *et al.*, 2020) y poblaciones deportivas (Moore & Dorrell, 2020; Williams *et al.*, 2017). Sin embargo, se desconoce cómo la manipulación de las variables que configuran el estímulo del entrenamiento de fuerza afecta los síntomas motores en la PEP.

Revisiones sistemáticas (Chamberlain-Carter & Jackson, 2021; Chung *et al.*, 2016; Ramazzina *et al.*, 2017) y metaanálisis (Gamborg *et al.*, 2022; Li *et al.*, 2020a) han analizado los efectos del EF sobre los síntomas motores en las PEP, reportando mejoras después de diferentes intervenciones clínicas que incluyeron entrenamiento de fuerza. Sin embargo, existen importantes discrepancias metodológicas en el diseño y en la manipulación de las variables que configuran el estímulo del EF en las intervenciones que se han realizado con PEP. Por ejemplo, los estudios muestran una alta variabilidad en la frecuencia del entrenamiento (2 - 3 sesiones semanales), la intensidad del ejercicio (30 % ~ 90 % de 1RM) (Démonceau *et al.*, 2017; Prodoehl *et al.*, 2015), el número de series (1 ~ 4) (Helgerud *et al.*, 2020; Santos *et al.*, 2017), número de repeticiones (4 ~ 20) (Santos *et al.*, 2017) y duración de la sesión (35 ~ 90 min) (Chen *et al.*, 2021; Démonceau *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017; Strand *et al.*, 2021), lo que dificulta la prescripción del EF en la intervención clínica debido a la falta de homogeneidad y reproducibilidad de los estudios. Sin embargo, se necesitan investigaciones futuras para examinar más a fondo las

variables del programa de entrenamiento de fuerza que maximizan los beneficios en personas con EP (Strand *et al.*, 2021).

Por estos motivos, es necesaria una revisión sistemática que analice la evidencia de estudios sobre la prescripción de las variables que configuran el estímulo del EF (intensidad – volumen-frecuencia del entrenamiento – duración de la sesión) y sus efectos sobre los síntomas motores en el PEP.

## METODOLOGÍA

Se realizó una revisión sistemática en busca de evidencia científica publicada que ayude a comprender el efecto de la manipulación de variables que configuran el estímulo del EF en rehabilitación clínica sobre los síntomas motores en el PEP.

**Registro del Protocolo de Revisión Sistemática:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura de acuerdo con las pautas del Manual Cochrane para revisiones sistemáticas de intervenciones (versión 5.1.0) y siguiendo la lista de verificación de elementos de informe preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis (PRISMA) (Moher *et al.*, 2015). El protocolo original fue registrado prospectivamente en la Base de Datos Internacional para Registrar Revisiones Sistemáticas (INPLASY). Número de registro: INPLASY2022110079.

**Fuentes de datos y estrategia de búsqueda:** Los estudios se identificaron mediante búsquedas en cuatro bases de datos electrónicas: Web of Science (WOS), Scopus, PubMed y EBSCOhost. Se incluyeron artículos publicados en inglés desde enero de 2010 hasta agosto de 2023. Las palabras clave utilizadas en la búsqueda fueron “Parkinson’s disease” OR “Parkinsonian disorders” OR “Secondary Parkinson’s disease” AND “Resistance training” OR “Strength Training\*” OR “Weight Train\*” OR “Resistance Conditioning” OR “Exercise” OR “Physical Activity”.

Los artículos fueron evaluados por dos revisores independientes que examinaron el título y el resumen de los artículos encontrados en las bases de datos. Consecutivamente, los revisores evaluaron los artículos completos y se continuó con la selección según los criterios de inclusión establecidos. Las divergencias entre los revisores se resolvieron por consenso entre todos los autores. El proceso finalizó con un análisis exhaustivo de los artículos para establecer su inclusión o exclusión en la revisión sistemática. No se pudo realizar un metaanálisis debido a la disparidad en las unidades de medida de los diferentes síntomas motores de la PEP.

**Extracción de datos:** Los datos relevantes de las publicaciones fueron registrados por dos de los autores en una hoja de cálculo personalizada de Microsoft Excel

(Microsoft, Redmond, WA, EE. UU.), como títulos, autores, año, objetivo, frecuencia de entrenamiento semanal, intensidad, volumen [número de series]. y repeticiones], duración de la sesión y ejercicios realizados sobre los síntomas motores.

**Evaluación del riesgo de sesgo:** La calidad metodológica de los artículos seleccionados se evaluó mediante la lista de verificación de la escala PEDro. Los estudios incluidos obtuvieron una puntuación  $\geq 6$  como se muestra en la Tabla 1.

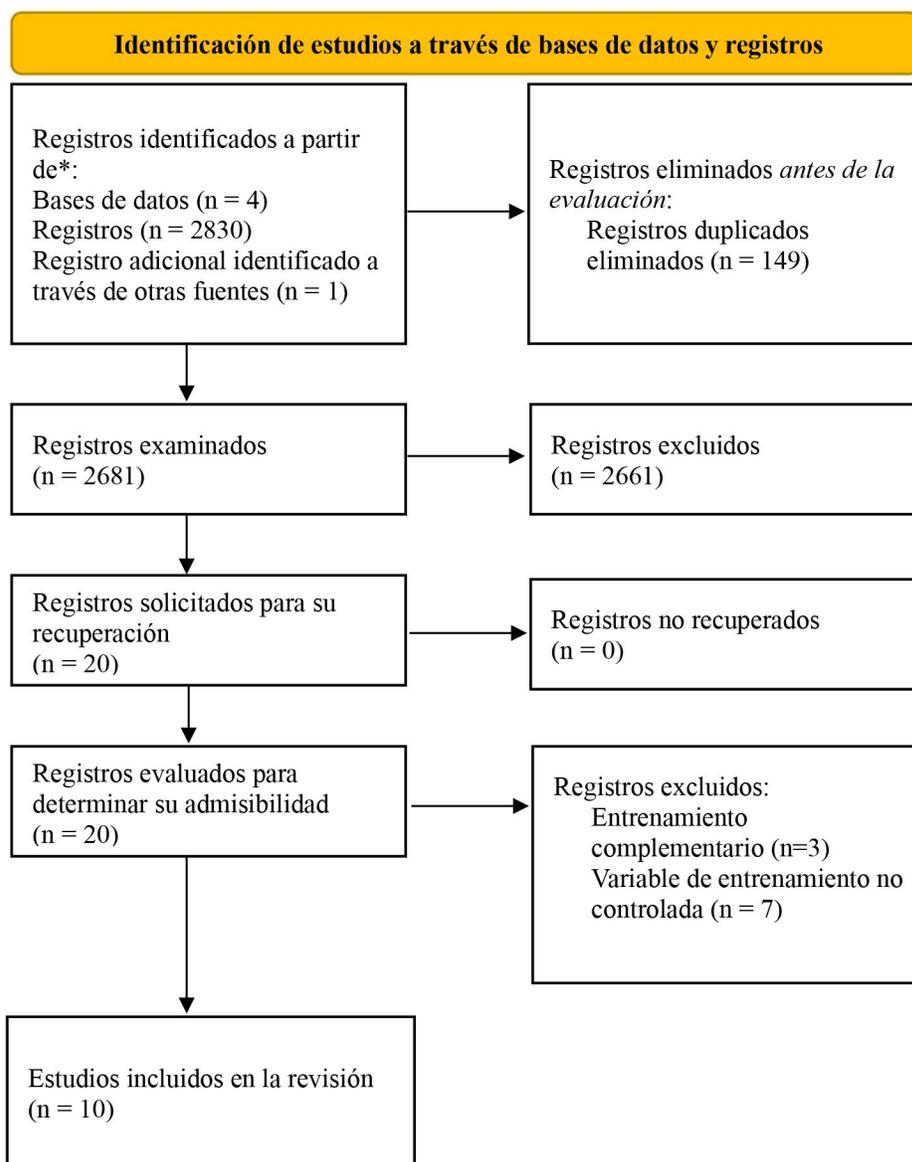
**Tabla 1**  
*Calidad metodológica*

Autor	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	Total
<i>Strand et al., (2021)</i>	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	07/10
<i>Chen et al., (2021)</i>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	09/10
<i>Cherup et al., (2019)</i>	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	07/10
<i>Kadkhodaie et al., (2020)</i>	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	✓	✓	08/10
<i>Rafferty et al., (2017)</i>	✓	✓	✓	✓	X	X	✓	✓	✓	✓	✓	08/10
<i>Ni et al., (2016)</i>	✓	✓	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	08/10
<i>Prodoehl et al., (2015)</i>	✓	✓	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	08/10
<i>Demonceau et al., (2017)</i>	✓	✓	X	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	06/10
<i>David et al., (2016)</i>	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	09/10
<i>Santos et al., (2017)</i>	✓	✓	✓	✓	X	X	X	✓	✓	✓	✓	07/10

✓: Presente; X: ausente; Leyenda: P1 = se especificaron los criterios de elegibilidad; P2 = los sujetos fueron asignados aleatoriamente a grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron asignados aleatoriamente en un orden en el que recibieron los tratamientos); P3 = se ocultó la asignación; P4 = los grupos eran similares al inicio del estudio, con respecto a los indicadores pronósticos más importantes; P5 = hubo cegamiento de todos los sujetos; P6 = hubo cegamiento de todos los terapeutas que administraron la terapia; P7 = hubo cegamiento de todos los evaluadores que midieron, al menos un resultado clave; P8 = se obtuvieron medidas de, al menos un resultado, clave de más del 85 % de los sujetos inicialmente asignados a los grupos; P9 = todos los sujetos para quienes se disponía de medidas de resultado recibieron el tratamiento o la condición de control según lo asignado o, cuando este no fue el caso, los datos de, al menos un resultado clave, se analizaron por "intención de tratar"; P10 = los resultados de las comparaciones estadísticas entre grupos se informan para, al menos un resultado clave; P11 = el estudio proporciona medidas puntuales y medidas de variabilidad para, al menos un resultado clave.

## RESULTADOS

El diagrama de flujo de la búsqueda y selección de artículos se muestra en la Figura 1.



**Figura 1**

Flujo de artículos de revistas a través del proceso de revisión sistemática

**Selección de estudios:** La búsqueda preliminar arrojó 2830 resúmenes y citas relevantes. Se consideraron 20 artículos después de revisar el resumen y el texto completo. De los cuales, 7 fueron rechazados por no registrar algunas de las variables de entrenamiento requeridas para la revisión y 3 fueron rechazados por utilizar entrenamiento complementario al entrenamiento de fuerza. Un total de 10 estudios cumplieron los criterios de inclusión (Chen *et al.*, 2021; Cherup *et al.*, 2019; David *et al.*, 2016; Demonceau *et al.*, 2017; Kadkhodaie *et al.*, 2020; Ni *et al.*, 2016; Prodoehl *et al.*, 2015; Rafferty *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2017; Strand *et al.*, 2021).

**Características de los estudios:** Participaron de las intervenciones con programas de EF un total de 233 PEP con una edad promedio de  $66,3 \pm 5,4$  años, clasificados en los estadios I - V de la escala de Hoehn y Yahr (H&Y). Las características de los sujetos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
 Características de los sujetos

Estudio	Sujetos (n)	Sexo	Edad	H&Y
Strand <i>et al.</i> , 2021 machine-based PRT, using both force and velocity training components, may elicit similar benefits. Thirty-five persons with PD (Hoehn and Yahr I-III)	17	H=9 M=8	70,2 ± 9,06	I - III
Chen <i>et al.</i> , 2021	49	H=25 M=14	63,3 ± 6,70	II - III
Kadkhodaie <i>et al.</i> , 2020	11	H=4 M=7	67,8 ± 9,64	I - V
Cherup <i>et al.</i> , 2019	42	H=23 M=12	71,1 ± 10,0	I - III
Rafferty <i>et al.</i> , 2017	24	H=14 M=10	59,0 ± 4,60	ND
Santos <i>et al.</i> , 2017 the effect of PRE may vary with the clinical subtype of PD. To date, no study has assessed the effects of PRE in the different subtypes of PD.; Aim: The aim of the present study was to assess the effects of PRE in PD patients with akinesia and rigidity (AR-subtype)	13	H=5 M=8	73,4 ± 8,81	I - II
Ni <i>et al.</i> , 2016	14	H=9 M=5	71,6 ± 6,60	I - III
David <i>et al.</i> , 2016	24	H=14 M=10	59,0 ± 4,60	ND
Demonceau <i>et al.</i> , 2017	15	H=8 M=7	67,0 ± 10,0	I - III
Prodoehl <i>et al.</i> , 2015	24	H=14 M=10	59,0 ± 4,60	I - III

M: Masculino, F: Femenino, ND: No disponible; H&Y: Escala Hoehn and Yahr

**Control de las variables que configuran el estímulo del músculo en el EF sobre los síntomas motores en la PEP:** Los valores de las variables utilizadas para evaluar los síntomas motores se compararon antes y después de completar el programa de entrenamiento en el grupo experimental. En todos los estudios, se encontraron efectos significativos ( $P < 0,05$ ) y efectos muy significativos ( $P < 0,01$ ) del entrenamiento de resistencia ( $P < 0,05$ ) sobre algunos de los síntomas motores definidos en esta revisión sistemática después del período de intervención.

**Tabla 3**  
*Variables del entrenamiento y síntomas motores*

Estudio	Frecuencia	Intensidad	Volumen (series y repeticiones)		Duración de la sesión (min)	Sintomatología motora	Fuerza muscular	
Strand <i>et al.</i> , 2021	3	50 % - 80 %	3	8-12	60	Equilibrio FOG	↑** ↓	↑*
Chen <i>et al.</i> , 2021	2	60 % - 80 %	3	8-12	50	Equilibrio	↑*	ND
Kadkhodaie <i>et al.</i> , 2020	3	60 % - 70 %	3	10	35-45	Temblor medio en reposo Temblor máximo en reposo Temblor postural	↑* → →	ND
Cherup <i>et al.</i> , 2019	2	50 % - 70 %	3	10	60	Equilibrio	↑**	↑*
Rafferty <i>et al.</i> , 2017	2	70 % - 80 %	3	8	60-90	Velocidad de marcha rápida Cadencia Longitud de zancada Doble tiempo de soporte	↑* ↑* → →	↑*
Santos <i>et al.</i> , 2017	2	40 % - 85 %	1-2	4-20	60-70	Velocidad de marcha (preferente) Velocidad de marcha (rápida) FOG	↑* ↑* →	ND
Ni <i>et al.</i> , 2016	2	50 % - 75 %	3	10-12	45-60	Equilibrio	↑*	↑*
David <i>et al.</i> , 2016	2	30 % - 80 %	2	8-12	60-90	Bradíinesia	↑**	↑**

Estudio	Frecuencia	Intensidad	Volumen (series y repeticiones)		Duración de la sesión (min)	Sintomatología motora	Fuerza muscular	
Demonceau <i>et al.</i> , 2017	2-3	50 % - 90 %	2-3	8-15	60-90	Velocidad de marcha	↑*	↑*
Prodoehl <i>et al.</i> , 2015	2	70 % - 80 %	2	8-12	60-90	Equilibrio Velocidad de marcha	↑** ↑**	ND

↑\*\*: mejora muy significativa ( $P < 0.01$ ) ↑\*: mejora significativa ( $P < 0.05$ ); →: mantiene; ↓: empeora; FOG: Freezing of gait (congelación de la marcha); ND: No disponible.

**Frecuencia semanal:** Los estudios utilizaron 2 días de frecuencia de entrenamiento semanal, en los que se obtuvieron mejoras altamente significativas (Chen *et al.*, 2021; Cherup *et al.*, 2019) y significativas en el equilibrio (Prodoehl *et al.*, 2015; Ni *et al.*, 2016). También, se describieron mejoras muy significativas observadas en la velocidad al caminar (Prodoehl *et al.*, 2015), además de mejoras significativas en la velocidad y cadencia al caminar (Rafferty *et al.*, 2017), velocidad al caminar (preferida) y velocidad al caminar, caminar (rápido) (Santos *et al.*, 2017), la bradicinesia (David *et al.*, 2016), en el FOG (Congelamiento de la marcha) (Santos *et al.*, 2017), la longitud de la zancada y el doble ritmo (Rafferty *et al.*, 2017) se mantuvieron sin cambios. Otros estudios utilizaron una frecuencia semanal de 3 sesiones, reportando una mejora muy significativa en el equilibrio (Strand *et al.*, 2021), mejoras significativas en el temblor promedio en reposo (Kadkhodaie *et al.*, 2020), una disminución en la FOG (Strand *et al.*, 2021), se mantuvieron el temblor máximo y el temblor postural en reposo (Kadkhodaie *et al.*, 2020). En una investigación que utilizó un programa de entrenamiento de 2 sesiones por semanas y avanzó a 3 sesiones semanales, como resultado se informó una mejora significativa en la velocidad al caminar (Demonceau *et al.*, 2017).

**Intensidad:** En todos los estudios, la intensidad del ejercicio se expresó como % de 1RM, se informaron intensidades en los programas de entrenamiento del 50 al 80 % (Strand *et al.*, 2021) que reportó una mejora muy significativa en el equilibrio y una disminución en la FOG. En el estudio de (2019), realizó un programa de intensidad del 50 % ~ 70 % observando mejoras muy significativas en el equilibrio. En el estudio de Prodoehl *et al.*, (2015), que utilizó intensidades del 70 % ~ 80 %, se obtuvieron mejoras muy significativas en el equilibrio y la velocidad de la marcha. En otros estudios implementaron intensidades del 50 al 75 % (Ni *et al.*, 2016) y del 60 al 80 % (Chen *et al.*, 2021), describiendo mejoras significativas en el equilibrio. En el estudio de Rafferty *et al.*, (2017) controló la intensidad del ejercicio entre un 70 % y un 80 %, reportando

mejoras significativas en la velocidad y cadencia de la marcha rápida y una disminución en la longitud de la zancada y el tiempo de doble apoyo. En el estudio (Kadkhodaie *et al.*, 2020), se utilizó una intensidad de ejercicio del 60 % ~ 70 %, observándose mejoras significativas en el temblor promedio en reposo y una disminución en el temblor máximo en reposo y el temblor postural. En otro estudio Santos *et al.*, (2017), utilizó intensidades del 40 % al 85 %, y describió una mejora significativa en la velocidad de la marcha (preferida), la velocidad de la marcha (rápida) y se mantuvo el FOG. En el estudio David *et al.* (2016) implementó un programa en intensidades del 30 % ~ 80 %, obteniendo mejoras significativas en la bradicinesia.

**Volumen de entrenamiento (series y repeticiones):** Los programas de EF utilizados fueron 1 - 2 series y 4 ~ 20 repeticiones (Santos *et al.*, 2017), describiendo una mejora significativa en la velocidad de la marcha (preferida), velocidad de la marcha (rápida) y manteniendo el nivel en el FOG. En los estudios (David *et al.*, 2016; Prodoehl *et al.*, 2015) implementaron 2 series y 8 ~ 12 repeticiones, reportando mejoras significativas en la bradicinesia y mejoras muy significativas en el equilibrio y la velocidad de la marcha. En otros estudios, se utilizaron 3 series y 8 ~ 12 (Chen *et al.*, 2021; Cherup *et al.*, 2019; Kadkhodaie *et al.*, 2020; Ni *et al.*, 2016; Rafferty *et al.*, 2017; Strand *et al.*, 2021), observándose mejoras significativas en el reposo medio, el equilibrio, la velocidad de marcha rápida y la cadencia, presentando también descensos en el FOG y manteniendo la longitud de zancada y el doble tiempo de apoyo. En otra investigación Demonceau (2017), implementó un programa de 2 - 3 series y 8 ~ 15 repeticiones, observando mejoras en la velocidad de la marcha.

**Duración de la sesión:** La duración de las sesiones de EF en los estudios varió mucho para cada sesión de ejercicio: 50 minutos (Chen *et al.*, 2021), reportando mejoras significativas en el equilibrio, 60 minutos (Cherup *et al.*, 2019; Strand *et al.*, 2021), observándose una mejora muy significativa en el equilibrio y una disminución del FOG, 35 ~ 45 minutos (Kadkhodaie *et al.*, 2020), se visualiza una mejora significativa en el Temblor promedio en reposo, además, los niveles en el Temblor máximo en reposo y Temblor postural, 45 ~ 70 (Ni *et al.*, 2016), se determinan mejoras significativas en el equilibrio, 60 ~ 70 (Santos *et al.*, 2017), informaron mejoras significativas en la velocidad de marcha (preferida) y en la velocidad de marcha (rápida), pero los niveles en el FOG se mantuvieron, 60 ~ 90 minutos (David *et al.*, 2016; Demonceau *et al.*, 2017; Prodoehl *et al.*, 2015; Rafferty *et al.*, 2017), describiendo mejoras significativas en la velocidad de marcha rápida, cadencia, bradicinesia y mejoras muy significativas en la velocidad de la marcha y el equilibrio.

**Ejercicios realizados:** Los protocolos del EF utilizaron varios ejercicios para los músculos de las extremidades superiores: press de pecho, press de hombros, remo sentado, jalones laterales, *curl* de tríceps, *pushdown* de tríceps, *curl* de bíceps y *press* de pecho sentado (Chen *et al.*, 2021; Cherup *et al.*, 2019; David *et al.*, 2016; Demonceau *et al.*, 2017; Ni *et al.*, 2016; Prodoehl *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2017; Strand *et al.*, 2021); para el tronco: flexión de espalda, extensión de espalda y contracción abdominal (Chen *et al.*, 2021; Rafferty *et al.*, 2017); y para las extremidades inferiores: aducción de cadera, abducción de cadera, extensión de cadera, prensa de piernas, elevación de pantorrilla, pantorrilla rotatoria y extensión de rodilla (Chen *et al.*, 2021; Cherup *et al.*, 2019; David *et al.*, 2016; Demonceau *et al.*, 2017; Ni *et al.*, 2016; Prodoehl *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2017; Strand *et al.*, 2021; Rafferty *et al.*, 2017). Un estudio consideró el EF para los músculos flexores y extensores de la muñeca (Kadkhodaie *et al.*, 2020). Algunos protocolos de fuerza incluían tres grupos de músculos, miembros superiores, tronco y extremidades inferiores (Chen *et al.*, 2021; Rafferty *et al.*, 2017); tres estudios abordaron solo las extremidades superiores e inferiores (Cherup *et al.*, 2019). otros, 2019; David *et al.*, 2016; Demonceau *et al.*, 2017; Ni *et al.*, 2016; Prodoehl *et al.*, 2015; Santos *et al.*, 2017; Strand *et al.*, 2021); y un estudio consideró un solo grupo de músculos (Kadkhodaie *et al.*, 2020).

**Fuerza muscular:** En el estudio de Strand *et al.* (2021), reportaron un aumento significativo en los niveles de fuerza, además, una mejora muy significativa en el equilibrio y una disminución en el nivel de FOG. En un estudio de Cherup *et al.* (2019), se observó un aumento en los niveles de fuerza y una mejora muy significativa en el equilibrio. En el estudio de Rafferty *et al.* (2017), se observó un aumento significativo en la fuerza, también una mejora significativa en la velocidad de marcha rápida y la cadencia, pero se mantuvieron los niveles de longitud de zancada y tiempo de apoyo. En otra investigación Ni *et al.* (2016), se reporta una mejora significativa en la fuerza muscular y el equilibrio. En la investigación David *et al.* (2016), se observó un aumento muy significativo en los niveles de fuerza y una mejora significativa en la bradicinesia.

## DISCUSIÓN

El objetivo de la revisión sistemática fue analizar la evidencia de estudios sobre la prescripción de las variables que configuran el estímulo del EF (intensidad – volumen – frecuencia del entrenamiento – duración de la sesión) y sus efectos sobre los síntomas motores en las PEP. Se consideraron las siguientes variables de configuración del estímulo del entrenamiento de fuerza: frecuencia semanal, intensidad (% 1RM), volumen

(número de series y repeticiones) y duración de la sesión. La falta de homogeneidad y reproducibilidad de los estudios no permite establecer si la manipulación de las variables que configuran el estímulo del entrenamiento de fuerza podría ser decisiva a la hora de diseñar estrategias de intervención clínica para la prescripción de ejercicios de fuerza en PEP. Sin embargo, independientemente de cómo se configure el estímulo del entrenamiento de fuerza, existe evidencia sólida de que el entrenamiento de fuerza mejora los síntomas motores en la depresión posparto.

**Estudio de Cohorte:** Revisiones anteriores ([Chamberlain-Carter & Jackson, 2021](#); [Chung et al., 2016](#)) y metaanálisis ([Gamborg et al., 2022](#); [Li et al., 2020](#)) han informado efectos positivos del EF sobre los síntomas motores en la PEP. En los estudios seleccionados ([Chen et al., 2021](#); [Cherup et al., 2019](#); [David et al., 2016](#); [Demonceau et al., 2017](#); [Kadkhodaie et al., 2020](#); [Ni et al., 2016](#); [Prodoehl et al., 2015](#); [Rafferty et al., 2017](#); [Santos et al., 2017](#); [Strand et al., 2021](#)) se realizaron intervenciones clínicas en PEP que se encontraban en los estadios I - III de la puntuación H&Y, y solo un estudio ([Kadkhodaie et al., 2020](#)) consideraron pacientes en estadios superiores al estadio III de H&Y. El deterioro físico que presenta el PEP durante el desarrollo de la enfermedad en sus diferentes etapas y sus alteraciones motoras requiere una mayor individualización y manipulación precisa de las variables que configuran el estímulo del EF para intentar reducir la progresión de la enfermedad. Los trastornos motores en los PEP presentan diferentes niveles de deterioro, y su gravedad fluctúa mucho de un día a otro ([Strand et al., 2021](#)), lo que hace que una prescripción genérica de estímulos de entrenamiento sea difícil de adaptar a las condiciones en las que llegan los PEP a cada entrenamiento, sesión. Se requieren nuevos estudios que analicen los estadios más avanzados de la enfermedad (>III en H&Y) y ajusten el EF al deterioro motor diario y permanente de los pacientes.

**Frecuencia semanal:** Los programas de EF reportaron mejoras en algunos de los síntomas motores; sin embargo, no se ha analizado la relación entre la frecuencia del entrenamiento y sus efectos sobre los síntomas motores en la PEP. Estudios previos ([Grgic et al., 2018](#)), de sujetos entrenados, han reportado que una frecuencia de 2 a 3 estímulos semanales es suficiente para mejorar la fuerza muscular, lo que coincide con lo propuesto por el American College of Sports Medicine ([Ratamess et al., 2009](#)) para sujetos principiantes e intermedios de 2 a 3 estímulos por semana. Sin embargo, estos mismos autores indican que una mayor frecuencia de entrenamiento induce una mayor ganancia de fuerza, pero esto se explicaría por el mayor volumen de entrenamiento en personas entrenadas. No se ha podido identificar si la dosis-respuesta de la manipulación de la frecuencia de entrenamiento es, por sí sola, la variable responsable de

los cambios en la fuerza muscular en sujetos sanos cuando se igualan los volúmenes de entrenamiento, ni tampoco está relacionada con los cambios en la fuerza motora y síntomas de PEP. Por tanto, se requieren nuevos estudios que analicen los efectos de diferentes frecuencias de EF equiparando volúmenes, intensidades de entrenamiento, tiempo de sesión y ejercicios estables en PEP y sus efectos sobre los síntomas motores.

**Intensidad:** Se detectaron mejoras en los síntomas motores después del EF, que fue independiente de la intensidad del ejercicio o su manipulación durante los programas de entrenamiento. Aunque la intensidad del ejercicio de fuerza muscular es una de las variables de entrenamiento que, en mayor medida, se ha analizado para explicar las adaptaciones neuromusculares y morfofuncionales del músculo esquelético (Helgerud *et al.*, 2020), una revisión sistemática y un metaanálisis informaron que los métodos de entrenamiento de fuerza con mayor intensidad no se diferencian de otros métodos tradicionales (intensidad constante) en sus efectos sobre los síntomas motores.

En una revisión sistemática y metaanálisis reciente (Lacio *et al.*, 2021), no se encontraron diferencias en la hipertrofia muscular entre cargas altas y bajas ( $\geq 80\%$  1RM, o  $\leq 8\text{RM}$  vs.  $< 60\%$  1RM, o  $> 15\text{RM}$ ), cargas moderadas y bajas ( $60\text{-}79\%$  1RM, o  $9\text{-}15\text{RM}$  vs.  $< 60\%$  1RM, o  $> 15\text{RM}$ ), o cargas altas y moderadas ( $\geq 80\%$  1RM, o  $\leq 8\text{RM}$  vs.  $60\text{-}79\%$  1RM, o  $9\text{-}15\text{RM}$ ) durante el EF realizada hasta el fallo voluntario en adultos sanos. Sin embargo, las discrepancias en la manipulación de la intensidad y la progresión durante los programas de EF en PEP fueron diversas y difícilmente comparables, lo que dificulta su reproducibilidad. Se demostró que los programas de entrenamiento para la falla muscular son un factor importante para hacer que las cargas bajas sean tan efectivas como las cargas altas, con respecto a la hipertrofia muscular. Sin embargo, otras revisiones sistemáticas y metaanálisis informaron que los métodos de EF con mayor intensidad no difieren de otros métodos de rehabilitación y que los cambios en los síntomas motores son independientes de los incrementos de intensidad (Briennesse & Emerson, 2013; Saltychev *et al.*, 2016). Por estos motivos, se necesitan nuevos estudios que analicen los efectos de diferentes intensidades de entrenamiento de fuerza equiparando frecuencias semanales, volúmenes, tiempo de la sesión de entrenamiento, ejercicios estables en PEP y sus efectos sobre los síntomas motores.

**Volumen (Número de series y repeticiones):** Los volúmenes de EF seleccionados por los investigadores informaron mejoras en la sintomatología motora después de la intervención. Sin embargo, no hubo ningún análisis entre el volumen de entrenamiento y los síntomas motores. En una revisión sistemática y metaanálisis (Schoenfeld *et al.*, 2016) se observó un efecto dosis-respuesta significativo en el análisis del número

de series semanales. Cada serie semanal adicional realizada se asocia con un aumento de la hipertrofia muscular. Los efectos dosis-respuesta se clasificaron como bajos ( $\leq 4$  series  $\cdot$  semana), medios (5 - 9 series  $\cdot$  semana) y altos ( $\geq 10$  series  $\cdot$  semana) para la serie (Schoenfeld *et al.*, 2016). En relación con las series del estudio (Krieger, 2010), se encontraron mejoras en fuerza e hipertrofia con las multiserias (4 ~ 6) y (2 - 3), en comparación con la serie individual. Acerca de la serie, el estudio de Ratamess *et al.* (2009) informaron que las repeticiones de cargas ligeras (15 ~ 25) pueden aumentar los niveles de fuerza en adultos sanos moderadamente entrenados con cargas moderadas a ligeras y mayor velocidad en la ejecución del movimiento. Además, el estudio de Kubo *et al.*, 2021, se informa que no hubo diferencia en el aumento de referencia del volumen muscular entre los 3 grupos de entrenamiento con 4, 8 y 12 repeticiones máximas. Además, hubo un aumento del % de 1RM en los programas de intervención de 4 y 8 repeticiones máximas, y el aumento relativo en 1RM fue significativamente menor en el grupo de 12RM. Por estas razones, se necesitan nuevas investigaciones que analicen los efectos de diferentes volúmenes del EF equiparando frecuencias semanales, intensidades, tiempo de la sesión de entrenamiento y ejercicios estables en PEP y sus efectos sobre los síntomas motores.

**Duración de la sesión:** El tiempo de sesión utilizado por los estudios informó mejoras en los síntomas motores después de la intervención de un programa de fuerza muscular. Sin embargo, no hay evidencia de una relación entre el tiempo de la sesión de entrenamiento y los síntomas motores en la PEP. En el estudio de (Kauranen *et al.*, 1999), se observó que un entrenamiento intenso de 1 hora provocaba una fuerte disminución de la fuerza muscular y una disminución de la actividad EMG de los músculos sometidos a entrenamiento. Por tanto, se necesitan nuevas investigaciones que analicen los efectos de diferentes momentos de la sesión de EF, frecuencias semanales, intensidades, volumen de entrenamiento y ejercicios estables en PEP y los efectos sobre los síntomas motores.

**Ejercicios realizados:** En los ejercicios implementados en los diferentes programas de entrenamiento se reportaron mejoras en los síntomas motores luego de la intervención de un programa de EF. Algunos estudios reportan discrepancias en sus resultados. En un estudio, implementaron solo ejercicios ubicados en los músculos flexores y extensores de la muñeca, reportando efectos positivos en la disminución del temblor promedio en reposo (Kadkhodaie *et al.*, 2020) pero no efectos significativos en el temblor postural de los sujetos. Evaluar el temblor postural tras realizar un programa de entrenamiento localizado en los miembros superiores puede considerarse

un error metodológico, considerando que la postura erguida utiliza grandes grupos musculares. En el estudio [Strand et al., \(2021\)](#) se reportaron mejoras en el equilibrio, pero no en la congelación de la marcha (FOG), similar a los resultados obtenidos en el estudio de [Santos et al., \(2017\)](#), que reporta mejoras en las medidas de la marcha, pero no en la FOG después de un programa de entrenamiento de fuerza. Esta diferencia se atribuye a la falta de ejercicio en la vida diaria. En el estudio [Rafferty et al., \(2017\)](#), se informó una mejora en la fuerza de flexión plantar con el entrenamiento de fuerza, pero no se asoció con mejoras en ninguna de las medidas espaciotemporales de la marcha. Este hallazgo sugiere que los cambios en la marcha no fueron impulsados por cambios en la fuerza de flexión plantar. Además, hay que considerar que la marcha utiliza diversos grupos musculares para su ejecución. De acuerdo con los antecedentes revisados, es necesario investigar los efectos de diferentes ejercicios implementados en un programa de fuerza, equiparando frecuencias semanales, intensidades, volumen de entrenamiento y tiempo en la sesión en PEP y sus efectos sobre los síntomas motores.

**Fuerza muscular:** En un estudio de [David et al., \(2016\)](#) se observó un aumento muy significativo en los niveles de fuerza que se asocia significativamente con una mejora en la bradicinesia. Este descubrimiento fue consistente con la mejora en la sintomatología que se ha demostrado con medicación dopaminérgica y estimulación cerebral profunda ([Vaillancourt et al., 2004](#)). Este hallazgo apoya la idea de que un aumento en la fuerza muscular produce una restauración parcial del EMG trifásico y, probablemente sea la base de la mejora de la bradicinesia. En los estudios ([Strand et al., 2021](#); [Cherup et al., 2019](#); [Ni et al., 2016](#)), observaron una mejora significativa y mejoras muy significativas en sus niveles de fuerza ([Prodoehl et al., 2015](#)), reportando también mejoras en los niveles del balance. Estos resultados pueden deberse a variaciones en los elementos del programa, lo que refuerza la necesidad de incorporar fuerza y potencia con hipertrofia en PPD ([Strand et al., 2021](#)), además de los grupos de pacientes inscritos en el estudio [Prodoehl et al., \(2015\)](#), se encontraban en un nivel funcional alto al inicio del estudio, lo que podría haber impedido detectar un efecto diferencial entre el grupo de fuerza muscular y el grupo que realizó entrenamiento de *Fitness* Modificado y en ambos encontraron mejoras en el equilibrio. Hubo una mejora en el equilibrio que podría deberse al aumento de la potencia de las piernas, ya que algunos elementos incluidos en la prueba de equilibrio (BESTest) requieren ajustes posturales rápidos ([Ni et al., 2016](#)). En algunos estudios ([Rafferty et al., 2017](#); [Demonceau et al., 2017](#)) se obtuvieron mejoras significativas en los niveles de fuerza y velocidad de marcha. La fuerza en flexión plantar y la velocidad de la marcha mejoraron, aunque se mantuvieron las

medidas espaciales (longitud de zancada) y las relacionadas con la estabilidad (doble tiempo de apoyo). Existe la posibilidad de un umbral mínimo de fuerza de flexión plantar, por encima del cual los efectos directos de la fuerza sobre la marcha son pequeños y sutiles para ser detectados mediante mediciones espaciotemporales. Por lo tanto, los hallazgos observados podrían generalizarse solo a la depresión posparto, de gravedad leve a moderada y a los déficits de fuerza y marcha de leves a moderados. Las mejoras significativas en la prueba de caminata de 6 minutos fueron consistentes con un estudio previo que determinó que la fuerza del cuádriceps era el principal contribuyente a la prueba de caminata de 6 minutos en la EP leve y moderada (Canning *et al.*, 2006). Además, una mejor capacidad para realizar esfuerzos extenuantes, niveles crecientes se correlacionaron con mejores resultados en la prueba de caminata, esta relación enfatiza la importancia del rendimiento físico de alta intensidad en la capacidad de caminar en PEP (Démonceau *et al.*, 2017).

**Limitaciones:** Algunos de los estudios implementaron programas de periodización lineal en los que no informaron evaluaciones de la carga de entrenamiento, ni las adaptaciones de los sujetos durante el período de intervención. El reducido número de estudios y la gran variabilidad en la manipulación de las variables que configuran el estímulo en el EF dificulta detectar un programa específico óptimo para minimizar los efectos negativos sobre los síntomas motores en la PEP. Debido a la variabilidad de las respuestas los EF entre sujetos, es de gran importancia que los estudios venideros consideren si alguna característica del propio paciente podría pronosticar mejores respuestas al EF, como pueden ser la edad, el sexo, el avance de la gravedad propia de la enfermedad, fuerza muscular inicial, antecedentes de cognición o función cerebral.

## CONCLUSIONES

Independientemente de cómo se configuró el estímulo del EF, existen mejoras significativas de los síntomas motores en la PEP. Estos resultados promueven la implementación del entrenamiento de fuerza en PEP, pero debido al bajo número de estudios (10) y la alta variabilidad en la manipulación de las variables que configuran el estímulo del entrenamiento de fuerza, impiden saber cuál es la prescripción óptima para mejorar los síntomas motores de la PEP.

## REFERENCIAS

- Briennesse, L., Emerson, M. (2013). Effects of Resistance Training for People with Parkinson's Disease: A Systematic Review, *Journal of the American Medical Directors Association*. 14(4), 236-241. <https://doi.org/10.1016/j.jamda.2012.11.012>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J. P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., Dipietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., Lambert, E., Leitzmann, M., Milton, K., Ortega, F., Ranasinghe, C., Stamatakis, E., Tiedemann, A., Troiano, R., Van der Ploeg, H., Wari, V., Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Canning, CG., Ada, L., Johnson, J., McWhirter S (2006). Walking capacity in mild to moderate Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 87(3), 371-375. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2005.11.021>
- Chamberlain-Carter, J., & Jackson, J. (2021). Does resistance training reduce falls and improve quality of life in people with Parkinson's disease using strength training exercise programmes? *Physical Therapy Reviews*, 26(1), 1-9. <https://doi.org/10.1080/10833196.2020.1814123>
- Chen, J., Chien, H. F., Francato, D. C. V., Barbosa, A. F., Souza, C. de O., Voos, M. C., Greve, J. M. D., & Barbosa, E. R. (2021). Effects of resistance training on postural control in Parkinson's disease: a randomized controlled trial. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 79(6), 511-520. <https://doi.org/10.1590/0004-282X-ANP-2020-0285>
- Cherup, N P, Buskard, A. N. L., Strand, K. L., Roberson, K. B., Michiels, E. R., Kuhn, J. E., Lopez, F. A., & Signorile, J. F. (2019). Power vs strength training to improve muscular strength, power, balance and functional movement in individuals diagnosed with Parkinson's disease. *In Experimental Gerontology*, 128. <https://doi.org/10.1016/j.exger.2019.110740>
- Chung, C. L. H., Thilarajah, S., & Tan, D. (2016). Effectiveness of resistance training on muscle strength and physical function in people with Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 30(1), 11-23. <https://doi.org/10.1177/0269215515570381>
- David, F. J., Robichaud, J. A., Vaillancourt, D. E., Poon, C., Kohrt, W. M., Comella, C. L., & Corcos, D. M. (2016). Progressive resistance exercise restores some properties of the triphasic EMG pattern and improves bradykinesia: The PRET-PD randomized

- clinical trial. *In Journal of Neurophysiology* (Vol. 116, Issue 5, pp. 2298-2311). <https://doi.org/10.1152/jn.01067.2015>
- de Lima, T. A., Ferreira-Moraes, R., Alves, W. M. G. da C., Alves, T. G. G., Pimentel, C. P., Sousa, E. C., Abrahin, O., Cortinhas-Alves, E. A. (2019). Resistance training reduces depressive symptoms in elderly people with Parkinson disease: A controlled randomized study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 29(12), 1957-1967. <https://doi.org/10.1111/sms.13528>
- Demonceau, M., Maquet, D., Jidovtseff, B., Donneau, A. F., Bury, T., Croisier, J. L., Crielaard, J. M., Rodriguez, C., Cruz, D., Delvaux, V., & Garraux, G. (2017). Effects of twelve weeks of aerobic or strength training in addition to standard care in Parkinson's disease : a controlled study. *European journal of physical and rehabilitation*. 53 (2):184-200. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04272-6>
- Gamborg, M., Hvid, L. G., Dalgas, U., & Langeskov-Christensen, M. (2022). Parkinson's disease and intensive exercise therapy — An updated systematic review and meta-analysis. *Acta Neurologica Scandinavica*, 145, 504-528. <https://doi.org/10.1111/ane.13579>
- Gomez-Lopez, S., Yanci, J., Granados, C., Fernández Lasa, U., & Iturricastillo, A. (2023). Effects of a Multicomponent Physical Exercise Program on the Physiological Functions of People With Parkinson's Disease. *MHSalud: Revista En Ciencias Del Movimiento Humano Y Salud*, 20(2), 1-13. <https://doi.org/10.15359/mhs.20-2.5>
- Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Davies, T. B., Lazinica, B., Krieger, J. W., & Pedisic, Z. (2018). Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 48(5), 1207-1220. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0872-x>
- Helgerud, J., Thomsen, S. N., Hoff, J., Strandbråten, A., Leivseth, G., Unhjem, R., & Wang, E. (2020). Maximal strength training in patients with Parkinson's disease: Impact on efferent neural drive, force-generating capacity, and functional performance. *Journal of Applied Physiology*, 129(4), 683-690. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00208.2020>
- Jukic, I., Van Hooren, B., Ramos, A. G., Helms, E. R., McGuigan, M. R., & Tufano, J. J. (2021). The Effects of Set Structure Manipulation on Chronic Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 51(5), 1061-1086. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01423-4>
- Kadkhodaie, M., Sharifnezhad, A., Ebadi, S., Marzban, S., Habibi, S. A., Ghaffari, A., & Forogh, B. (2020). Effect of eccentric-based rehabilitation on hand tremor

- intensity in Parkinson disease. *NEUROLOGICAL SCIENCES*, 41(3), 637-643. <https://doi.org/10.1007/s10072-019-04106-9>
- Kauranen, K., Siira, P., & Vanharanta, H. (1999). Strength training for 1 h in humans: Effect on the motor performance of normal upper extremities. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 79(5), 383-390. <https://doi.org/10.1007/s004210050526>
- Krieger, J. (2010). Single vs. multiple sets of resistance exercise for muscle hypertrophy: a meta-analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1150-1159. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d4d436>
- Kubo, K., Ikebukuro, T., Yata, H. (2021). Effects of 4, 8, and 12 Repetition Maximum Resistance Training Protocols on Muscle Volume and Strength. *J Strength Cond Res.* 1;35(4):879-885. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003575>.
- Lacio, M., Vieira, J. G., Trybulski, R., Campos, Y., Santana, D., Filho, J. E., Novaes, J., Vianna, J., & Wilk, M. (2021). Effects of resistance training performed with different loads in untrained and trained male adult individuals on maximal strength and muscle hypertrophy: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 1-19. <https://doi.org/10.3390/ijerph182111237>
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00863>
- Li, X., He, J., Yun, J., & Qin, H. (2020). Lower Limb Resistance Training in Individuals With Parkinson's Disease: An Updated Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in Neurology*, 11(November). <https://doi.org/10.3389/fneur.2020.591605>
- Martignon, C., Pedrinolla, A., Ruzzante, F., Giuriato, G., Laginestra, F. G., Bouça-Machado, R., Ferreira, J. J., Tinazzi, M., Schena, F., & Venturelli, M. (2021). Guidelines on exercise testing and prescription for patients at different stages of Parkinson's disease. *Aging Clinical and Experimental Research*, 33(2), 221-246. <https://doi.org/10.1007/s40520-020-01612-1>
- Moher, D., Shamsser, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P., Stewart, L., & Group, P. (2015). Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (prisma-p) 2015 statement. *Japanese Pharmacology and Therapeutics*, 4(1), 1177-1185. <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>

- Moore, J., & Dorrell, H. (2020). Guidelines and Resources for Prescribing Load using Velocity Based Training. *IUSCA Journal*, 1(1), 1-14. <https://doi.org/10.47206/iuscaj.v1i1.4>
- Moraes, R., Alves, W. M. G. da C., Lima, T. A., Alves, T. G. G., Alves Filho, P. A. M., Pimentel, C. P., Sousa, E. C., & Cortinhas-Alves, E. A. (2018). The effect of resistance training on the anxiety symptoms and quality of life in elderly people with parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 76(8), 499-506. <https://doi.org/10.1590/0004-282x20180071>
- Mu, J., Chaudhuri, K. R., Bielza, C., de Pedro-Cuesta, J., Larrañaga, P., & Martínez-Martin, P. (2017). Parkinson's disease subtypes identified from cluster analysis of motor and non-motor symptoms. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 1-10. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00301>
- Ni, M., Signorile, J. F., Mooney, K., Balachandran, A., Potiaumpai, M., Luca, C., Moore, J. G., Kuenze, C. M., Eltoukhy, M., & Perry, A. C. (2016). Comparative Effect of Power Training and High-Speed Yoga on Motor Function in Older Patients With Parkinson Disease. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(3), 345-354. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2015.10.095>
- Prodoehl, J., Rafferty, M. R., David, F. J., Poon, C., Vaillancourt, D. E., Comella, C. L., Leurgans, S. E., Kohrt, W. M., Corcos, D. M., & Robichaud, J. A. (2015). Two-year exercise program improves physical function in Parkinson's disease: *The PRET-PD randomized clinical trial*. In *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 29, 2, 112-122. <https://doi.org/10.1177/1545968314539732>
- Rafferty, M. R., Prodoehl, J., Robichaud, J. A., David, F. J., Poon, C., Goelz, L. C., Vaillancourt, D. E., Kohrt, W. M., Comella, C. L., & Corcos, D. M. (2017). Effects of 2 Years of Exercise on Gait Impairment in People With Parkinson Disease: The PRET-PD Randomized Trial. *Journal of neurologic physical therapy*, 41(1), 21-30. <https://doi.org/10.1097/NPT.000000000000163>
- Ramazzina, I., Bernazzoli, B., & Costantino, C. (2017). Systematic review on strength training in parkinson's disease: An unsolved question. *Clinical Interventions in Aging*, 12, 619-628. <https://doi.org/10.2147/CIA.S131903>
- Ratamess, N., Alvar, B., Evetoch, T., Housh, T., Kibler, B., Kraemer, W., & Triplett, T. (2009). Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine*

- and *Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687-708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- Saltychev, M., Bärlund, E., Paltamaa, J., Katajapuu, N., Laimi, K., (2016). Progressive resistance training in Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *BMJ Open*, 6(1), e008756. <http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2015-008756>
- Santos, L, Fernández-Río, J., Winge, K., Barragán-Pérez, B., González-Gómez, L., Rodríguez-Pérez, V., González-Díez, V., Lucía, A., Iglesias-Soler, E., Dopico-Calvo, X., Fernández-Del-Olmo, M., Del-Valle, M., Blanco-Traba, M., Suman, O. E., & Rodríguez-Gómez, J. (2017). Effects of progressive resistance exercise in akinetic-rigid Parkinson's disease patients: a randomized controlled trial. *In European journal of physical and rehabilitation medicine*. 53, 5, 651-663. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.17.04572-5>
- Shaikh, K., Yang, A., Youshin, E., Schmid, S. (2015). Transgenic LRRK2R1441G rats—a model for Parkinson disease? *PeerJ*. 3,e945. <https://doi.org/10.7717/peerj.945>
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1689-1697. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>
- Strand, K., Cherup, N., Totillo, M., Castillo, D., Gabor, N., & Signorile, J. (2021). Periodized Resistance Training With and Without Functional Training Improves Functional Capacity, Balance, and Strength in Parkinson's Disease. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 35(6), 1611-1619. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004025>
- Stuckenschneider, T., Askew, C. D., Menêses, A. L., Baake, R., Weber, J., & Schneider, S. (2019). The effect of different exercise modes on domain-specific cognitive function in patients suffering from Parkinson's disease: A systematic review of randomized controlled trials. *Journal of Parkinson's Disease*, 9(1), 73-95. <https://doi.org/10.3233/JPD-181484>
- Teshuva, I., Hillel, I., Gazit, E., Giladi, N., Mirelman, A., Hausdorff, JM. Using wearables to assess bradykinesia and rigidity in patients with Parkinson's disease: a focused, narrative review of the literature. *J Neural Transm*. 2019. 126(6), 699-710. <https://doi.org/10.1007/s00702-019-02017-9>
- Vaillancourt, DE., Prodoehl, J., Verhagen, L., Bakay, RA, Corcos DM. (2004). Effects of deep brain stimulation and medication on bradykinesia and muscle activation in Parkinson's disease. *Brain*, 27: 491-504. <https://doi.org/10.1093/brain/awh057>

Williams, T. D., Toluoso, D. V., Fedewa, M. V., & Esco, M. R. (2017). Comparison of Periodized and Non-Periodized Resistance Training on Maximal Strength: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 47(10), 2083-2100. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0734-y>

### **FINANCIAMIENTO:**

Autofinanciado

### **CONFLICTOS DE INTERÉS:**

Los autores declaran no poseer conflictos de interés en la investigación.

### **DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE PERSONAS AUTORAS**

CRedit (Taxonomía de Roles de Contribución)

Conceptualización: Oscar Andrés Andrades-Ramírez - David Leonardo Ulloa-Díaz

Software: No aplica

Validación: Amador García-Ramos

Análisis formal: Darío Martínez-García - Gustavo Alejandro Muñoz-Bustos

Recursos:

Redacción – Borrador original: Oscar Andrés Andrades-Ramírez

Redacción – Revisión y edición: Luis Javier Chiroso-Ríos

Supervisión: Luis Javier Chiroso-Ríos

Administración del proyecto: David Leonardo Ulloa-Díaz

Obtención de financiación: No aplica